

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-146178

(43)Date of publication of application : 11.06.1993

(51)Int.Cl.

H02N 2/00

(21)Application number : 03-333997

(71)Applicant : ASMO CO LTD
NIPPONDENSO CO LTD

(22)Date of filing : 21.11.1991

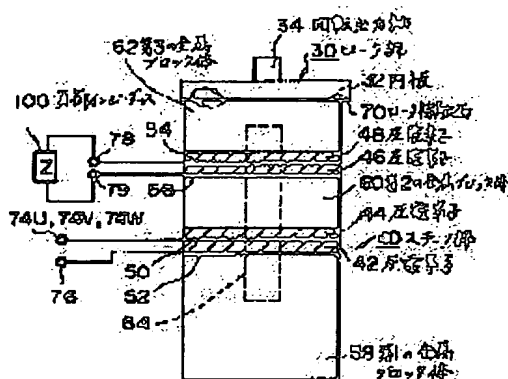
(72)Inventor : KOMODA MASAHIKO
SAITO KOJI
TAKEMURA YOSHITAKA

(54) VIBRATION MOTOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a vibration motor which is possible of bidirectional rotation, and is simple in structure, and can generate the rotational output efficiently, and can change the resonance frequency of flexural vibration optionally.

CONSTITUTION: A stator part 40 includes piezoelectric elements 42 and 44 for generating vibration, piezoelectric elements 46 and 48, to which an impedance 100 is connected, ring-shaped electrode plates 50, 52, 54, and 56, which are stacked on the surfaces of these piezoelectric elements, and three block bodies 58, 60, and 62, which are arranged to catch both sides of the electrode plates and the piezoelectric elements. And, elliptic vibration is generated at the rotor contact face 70 by applying three-phase AC voltage, which has the resonance frequency of flexural vibration, to the divided electrode of the electrode plate 50 so as to drive the rotor part into normal rotation and reverse rotation. Moreover, the resonance frequency of this flexural vibration is changed by changing the value of the load impedance 100.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 24.12.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 14.09.1999

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19)日本特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開75-146178

(43)公開日 平成5年(1993)6月11日

(51)Int. Cl.⁴
H 0 2 N 2/00

F 1

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数3(全11頁)

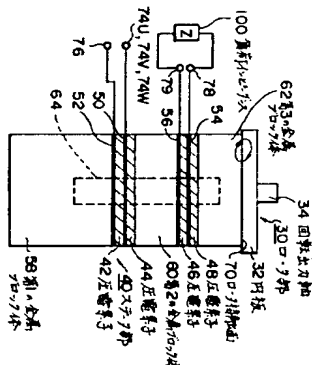
(21)出願番号	特願73-333697	(71)出願人	000101352 アスモ株式会社 静岡県静岡市梅田330番地
(22)出願日	平成3年(1991)11月21日	(71)出願人	000004280 日本電装株式会社 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 佐田 清彦 静岡県静岡市梅田330番地 アスモ株式会社 社内
		(72)発明者	斉藤 孝司 静岡県静岡市梅田330番地 アスモ株式会社 社内
		(74)代理人	弁理士 井上 一 (外2名) 専任員に属す

(54)【発明の名称】 振動モータ

(57)【要約】 (略)

【1100】 及方向への回転が可能であり、しかも構造が簡単で、回転出力を効率的に発生でき、かつ、曲げ振動の共振周波数を任意に変えることができる振動モータを提供すること。

【構成】 スタータ部40は、振動発生用の圧電素子42、44と、負荷インピーダンス100が接続される圧電素子46、48と、これらの圧電素子の表面に精密配置されたリング形状の電極板50、52、54、56と、前記電極板及び圧電素子の周囲を保持するよう配置された3つのフロッグ体58、60、62を含む。そして、前記電極板50の分割電極板50U、50V、50Wに、曲げ振動の共振周波数をもつ3相交流電圧を印加することにより、ロータ接軸面70に摺り振動を発生させ、ロータ部を回転および逆回転駆動する。また、負荷インピーダンス100の値を変え、この曲げ振動の共振周波数を変化させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 スタータ部およびロータ部を有する振動モータにおいて、

前記スタータ部は、振動を発生させる第1の圧電素子と、

前記第1の圧電素子の表面をロータ部の回転方向に少なくとも3分割し、各分割領域を異なる電圧印加領域とする電圧印加用電極と、

加えられる振動に応じた電圧を発生する第2の圧電素子と、

前記第2の圧電素子の表面に発生する電圧を取り出す負荷インピーダンスと、

前記負荷インピーダンスに接続される負荷インピーダンスと、

前記第1および第2の圧電素子とを接続するよう取付け固定された第1のフロッグ体、第2のフロッグ体および第3のフロッグ体と、

を含み、前記電圧印加用電極を介して前記第1の圧電素子の各電圧印加領域に3相以上の交流電圧を印加することにより、前記フロッグ体のロータ接軸面に摺り振動を発生させ、このロータ接軸面に接する前記ロータ部を駆動することを特徴とする振動モータ。

【請求項2】 請求項1において、

前記第1の圧電素子および第2の圧電素子はリング状に形成され、

前記第1の圧電素子の一方の面をロータ回転方向に少なくとも3分割する第1の電極部と、

前記第1の圧電素子の他方の面をアースする第2の電極部と、を含み、3相以上の交流電圧を印加できるように形成される。

【請求項3】 請求項1、請求項2のいずれかにおいて、

前記第1のフロッグ体および第3のフロッグ体は、前記第1の圧電素子、前記第2のフロッグ体および前記第2の圧電素子の各中央孔部に挿通された結合ボルトにより前記第1の圧電素子および第2の圧電素子を締め付けるよう固定されたことを特徴とする振動モータ。

【請求項4】 請求項1、請求項2のいずれかにおいて、

前記負荷インピーダンスは、抵抗、インダクタ、キャパシタを単一的に用いて、あるいは組み合わせて用いて構成したことを特徴とする振動モータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の目的】 本発明は振動モータに関する。

【従来の技術】 従来より、ボルト締めランジュバン等の超音波モータが周知であり、例えば特開61-49670号公報に係る片持ち梁共振超音波振動子を備えた圧電モータや、特開63-217864号公報に係る超音波モータ等が知られている。

【0003】 しかし、従来この種のモータは、いずれも

ロータを一方向にしか回転できず、しかも構造が複雑で高価なものと なってしま ったという問題があった。

【0004】 図1,2には、従来のボルト締めランジュバン型超音波モータの一例が示されている。この超音波モータは、2個の圧電素子10、12の両端に長さの異なる金剛シリコン片14、16が配置され、両フロッグ体14、16は、その中心においてボルト18により圧電素子10、12を締め付けるよう固定されている。

【0005】 そして、この超音波モータは、交流電源20から圧電素子10、12に高周波交流電圧を印加すると、圧電素子10、12のシリコン片14,16の振動により振動が伝わり、フロッグ体14、16の両端には振動が伝わり、振動を合成した摺り振動が発生することになり、この摺り振動により回転駆動力を得ることができる。

【0006】 前記フロッグ体16の両端には、円板22がバネ24によりフロッグ体16側へ付勢されて配設されており、円板22の回転軸26が軸28にて支持されている。したがって、前記円板22をフロッグ体16の両端に配設することにより、前記合成振動により得られる回転力は図22に示すように、回転軸26から回転出力を取り出すことができる。

【0007】 また、この超音波モータでは、振動と振り振動との共振点を合わせなければ回転出力を効果的に発生できないという欠点があり、この欠点を解決する従来の技術としては特開平2-228277号公報に係る超音波振動装置が知られている。

【0008】 この装置は、金剛フロッグ体の一方をさらに2分割し、この分割した2つの金剛フロッグ体によって負荷インピーダンスを接続した圧電素子を有する構成を有している。この負荷インピーダンスを可変にすることにより、上述した超音波モータの共振点を調整でき、振動と振り振動の共振点を一致せよとすることができる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、上述した振動と振り振動との合成により摺り振動を発生させる超音波モータでは、フロッグ体16の両端に一方向の摺り振動しか発生できず、回転軸26を正転および逆転の両方向に駆動できないという問題があった。

【0010】 また、この超音波モータでは、振動と振り振動とを合成し、振り振動を直接発生させず、振動と振り振動を合成し、振り振動を発生させる方がよく発生できるという問題があった。

【0011】 さらに、この超音波モータでは、振動周波数は金剛フロッグ体の形状等に定まってしまい、其出力が小さいという問題があった。上述した特開平2-228277号公報に開示された技術を用いれば、振動の共振点をずらすことができるが、この場合であっても振り振動の

共振点は固定されており、共振線の共振点をこの振動の共振点に一致させるにすぎない。従って、超音波モータ全体の共振点を変化させるためには、金属フロッグ体を削り込む必要があり、超音波モータが製品として完成した後に共振点を変えることは実際的には不可能である。

【0012】本発明は、このような従来の課題に鑑みながら、その目的は、双方への回転を発生させることであり、しかも構造が簡単で、回転力を効率よく発生でき、共振周波数を任意に設定することができる共振モータを提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するため、本発明は、ステータ部およびロータ部を有する共振モータにおいて、前記ステータ部は、共振を発生させる第1の圧電素子と、前記第1の圧電素子の表面をロータ部の回転方向に少なくとも3分割し、各分割領域を異なる電圧印加領域とする電圧印加電極と、加えられる振動に応じて電圧を発生する第2の圧電素子と、前記第2の圧電素子の表面に発生する電圧を取り出す負荷インピーダンスと、前記負荷インピーダンスに接続される負荷インピーダンスと、前記第1および第2の圧電素子を接続するよう取付け固定された第1のフロッグ体、第2のフロッグ体および第3のフロッグ体と、を含み、前記電圧印加電極を介して前記第1の圧電素子の各電圧印加領域に3相以上の交流電圧を印加することにより、前記フロッグ体のロータ部接合面に振り振動を発生させ、このロータ部接合面に接する前記ロータ部を駆動することを特徴とする。

【0014】

【作用】本発明では、第1の圧電素子の表面をロータ部の回転方向に前記少なくとも3分割し、各分割領域を異なる相の電圧印加領域とするよう電圧印加電極が形成されている。したがって、前記電圧印加電極を介して第1の圧電素子の各電圧印加領域に3相以上の高周波交流電圧を印加することにより、フロッグ体のロータ部接合面に振り振動を発生させ、ロータ部を回転駆動することができる。

【0015】このように本発明の共振モータでは、従来のフロッグ体構造の超音波モータのように、非圧電による振り振動を用いることなく、第1の圧電素子の振動から直接振り振動を発生させることができるため、回転出力を効率よく得ることができ、しかも従来のように共振線、振り振動の共振点を一致させるという設計上の制約がないため、モータ全体の構造が簡単かつ安価なものである。

【0016】さらに、本発明によれば、前記各電圧印加領域に印加する高周波交流電圧の相順を切り替えることにより、フロッグ体のロータ部接合面に振り振動および逆方向の振り振動を選択的に発生させ、ロータ部を正転および逆転駆動することができる。

【0017】また、本発明では、前記3相以上の交流電圧として、振り振動の共振周波数を持つ交流電圧を用いることにより、入力される電圧を効率よく回転出力に変換し、ロータ部を回転駆動することができる。

【0018】これに加えて本発明では、第2の圧電素子に負荷インピーダンスを接続しており、この負荷インピーダンスの値を変化させることにより、等価的にフロッグ体の共振点を変化させることになり、振り振動の共振周波数を変えることができる。

【0019】また、本発明者は、この共振モータの回転原理についての検討を行った。この種のモータでは、発生する振動の種類として、縦振動、振り振動、曲がり振動が知られている。従来の非圧電材料のフロッグ体超音波モータでは、縦振動と振り振動との合成により振り振動を発生させていたが、本発明の共振モータでは、曲がり振動を用いて直接振り振動を発生させているものと推定される。すなわち、第1の圧電素子の振動により、フロッグ体には曲がり振動が発生されるが、本発明では、第1の圧電素子の各電圧印加領域に3相以上の高周波交流電圧を印加することにより、各相の曲がり振動の合成が直接振り振動となって得られるものと推定される。

【0020】このように、本発明の共振モータは、従来のフロッグ体構造の超音波モータと異なる原理によって振り振動を得ているものと推定され、その結果、前述可能な回転出力を効率よく発生させることができ、しかもその構造が簡単かつ安価なものである。

【0021】これに加えて、本発明の共振モータでは、ステータ部に発生する曲がり振動の共振周波数と同じ周波数をもつ交流電圧を印加している。このため、フロッグ体のロータ部接合面には、曲がり振動の振幅も大きい振動が位置することとなるため、この前からも、入力電圧を効率よく回転出力に変換し、ロータ部を回転駆動することとができる。

【0022】図6には、ステータ部に発生する曲がり振動の振子が概念的に示されている。図4(A)には、ステータ部を1共振周波数の交流電圧で共振駆動した場合の様子が見え、図4(B)にはステータ部を2共振周波数の交流電圧で駆動した場合の様子が示されている。

【0023】図4に示すよう本発明の共振モータでは、曲がり振動を用いてステータ部のロータ部接合面70A、70Bに直接振り振動を発生させることができる。そして、ステータ部を1共振駆動した場合には、両ロータ部接合面70A、70Bには同方向の振り振動が発生し、ステータ部を2共振駆動した場合には、両ロータ部接合面70A、70Bに逆方向の振り振動が発生し、ステータ部を3共振駆動した場合には、両ロータ部接合面70A、70Bに同方向の振り振動を発生させることができる。

【0024】次に、本発明の好適な実施例を図面に準じて詳細に説明する。

【0025】図1には、本発明に係る共振モータの好適な第1実施例が示されている。

【0026】実施例の共振モータは、ロータ部30と、ステータ部40とを有する。

【0027】そして、ステータ部40の電極板50、52には、高周波交流電圧を印加することにより、ステータ部40のロータ部接合面70に振り振動を発生させ、これによりロータ部接合面70に接するロータ部30を正転および逆転駆動する。また、ステータ部40の電極板54、56に接続される負荷インピーダンス100の特性値を変化させることにより、ステータ部40に生じる曲がり振動の共振周波数を変化させるものである。

【0028】前記ロータ部30は、ロータ部接合面70に、一定の圧力で接触する円板32と、この円板32の回転中心に取り付けられた回転出力軸34とを含む。

【0029】また、前記ステータ部40は、例えばセラミック等の圧電体を用いてリング状に形成された4個の圧電素子42、44、46、48と、圧電素子42の両側に設けられた第1の電極板50及び第2の電極板52と、圧電素子46の両側に設けられた第3の電極板54及び第4の電極板56と、第3、第4の電極板54、56に接続された負荷インピーダンス100と、圧電素子42、44と圧電素子46、48を支持するように配置された第1の金属フロッグ体58、第2の金属フロッグ体60及び第3の金属フロッグ体62と、3つの金属フロッグ体58、60、62を圧電素子42～48を都めけるように連結固定する結合ボルト64とを含む。

【0030】上述した4個の圧電素子の内、圧電素子42、44は曲がり振動を発生させるためのものであり、他の圧電素子46、48はこの曲がり振動の共振周波数を変えるためのものである。圧電素子42と圧電素子44は、互いに分極方向が異なるように配置されている。同様に、圧電素子46と圧電素子48は、互いに分極方向が異なるように配置されている。

【0031】なお、前記圧電素子42～48は、分極の際に電圧として使用した、例えば、ニッケル前を、分極終了後に研削して除去したものである。

【0032】図2、図3には、前記ステータ部40が示されている。

【0033】ここにおいて、図2はステータ部40を組立てた状態を示し、図3はその分解斜視図を示している。

【0034】前記第1、第3の金属フロッグ体58、62の中心にはネジ孔が形成されている。さらに第2の電極板52、圧電素子42、第1の電極板50、圧電素子44、第2の金属フロッグ体60、第4の電極板56、圧電素子46、第3の電極板54、圧電素子48の中心

には、絶縁性のカラー66を挿通するための挿通孔52a、42a、50a、44a、46a、54a、56a、48a、48aが設けられている。

【0035】そして、前記前記52a、42a、50a、44a、46a、54a、56a、48a、48aにカラー66を挿通し、さらにこのカラー66に結合ボルト64を挿通し、この結合ボルト64の両端に設けられたネジ部を、前記第1及び第3の金属フロッグ体58、62を中心に形成されたネジ孔に結合させる。

【0036】これにより、圧電素子42、44の両端には、第1の金属フロッグ体58及び第2の金属フロッグ体60が、圧電素子42、44を締め付け合うように連結固定されることになる。また、圧電素子46、48の両端に、第2の金属フロッグ体60及び第3の金属フロッグ体62が、圧電素子46、48を締め付けるように連結固定されることになる。

【0037】なお、本実施例は、この連結固定に際し、各部材の最前面の両端に接合面を用いているため、共振周波数のモータ毎のばりつきや、Q値の低下を防ぐことができ、これにより共振特性の性能及び信頼性の向上を図ることができる。

【0038】また、共振線を用いた圧電素子42、44の間に設けられた第1の電極板50は、円筒方向に3分割されるようにスリット部50cが設けられ、その外部部が連結部50bにより互いに連結されている。この第1の電極板50は、その付着部が圧電素子42、44の両端よりも幾分大さめに形成され、ステータ部40を組立てた際、その外部部が連結部50bがステータ部40へ突出するようにになっている。これにより、ステータ部40の組立て終了後は、前記連結部50bを切断することにより、電圧的に絶縁された分極電極板50U、50V、50Wを得ることができる。

【0039】特に、本実施例では、ステータ部組立時に各分極電極板50U、50V、50Wを1枚の電極板50として取り扱うことができるため、その組付作業が容易になるばかりでなく、各分極電極板50U、50V、50Wの位置決めも正確に行うことができる。

【0040】各分極電極板50U、50V、50Wのステータ部外部へ突出する部分には、図2に示すよう、外部接続端子51U、51V、51Wを構成することになり、これに図1に示すように引き出し線74U、74V、74Wが接続されることになる。

【0041】共振線を用いた圧電素子42に設けられた第2の電極板52の外形には、ステータ部40の外部へ突出する外部接続端子53が設けられ、これに、図1に示すよう、接地用の引き出し線76が接続されることとなる。

【0042】また、共振線を用いた圧電素子46、48に設けられた第3の電極板54及び第4の電極板56のそれぞれには、ステータ部40の外部へ突出する外部接続

結端子5.5、5.7が設けられ、この端子間に、図1に示すよう、負荷インピーダンス100接続用の引き出し線7.8、7.9が接続されることとなる。

【0043】また、本実施例の金属プロック体5.8、62は、金属製の結合ボルト6.4により相互に連結固定されている。このため、第2の電極板5.2をアースすると、自動的に第1の金属プロック体5.8、結合ボルト6.4、第3の金属プロック体6.2がアース電位となる。したがって、第3の金属プロック体6.2は、圧電素子4.8の片面に対し、第2の電極板5.2と同様にアース電位として機能することとなる。

【0044】一方、第4の電極板5.6に接する第2の金属プロック体6.0は圧電素子4.4の片面に接しており、このため、第4の電極板5.6をアースすると、自動的に第2の金属プロック体6.0は、圧電素子4.4の片面に対し、アース電位として機能することとなる。

【0045】なお、前記結合ボルト6.4は、絶縁性のカラー6.6により圧電素子4.2、4.4、4.6、4.8及び第1の電極板5.0、第3の電極板5.4と電気的に絶縁されている。

【0046】このように構成された振動モータを用いて、ローテータ0を正転駆動する場合には、第2の電極板5.2及び第4の電極板5.6をアースし、分測電極板5.0 U、5.0 V、5.0 Wに図4に示すようA相、B相、C相の3相交流電圧を印加する。このとき、第3の電極板5.4、第4の電極板5.6間には所定のインピーダンスを接続する。これについては後述する。

【0047】これにより、各分測電極板5.0 U、5.0 V、5.0 Wと接する圧電素子4.2、4.4の各電圧印加領域には、それぞれA相、B相、C相の高周波交流電圧が印加され、それぞれA相、B相、C相の各分測電極板5.0 U、5.0 V、5.0 Wに印加する3相交流電圧の相順を切り替えることで、ローテータ部3.0を正転及び逆転駆動することができる。しかも振り振動を必要とすることなく、ローテータ部7.0に直接振り振動を発生させることができるため、モータの構成が簡単なものとなり、しかも回転出力を効率よく発生させることができる。

【0048】また、各分測電極板5.0 U、5.0 V、5.0 Wの相順を切り替え、A相、B相、C相の順に3相交流電圧を印加すると、ローテータ部7.0には逆方向の振り振動が発生し、ローテータ部3.0を逆方向に回転駆動することとなる。

勿論よく駆動するためには、前記交流電圧の周波数を、ステータ部4.0が共振現象をおこすような値（共振周波数）とすることが好ましい。

【0051】図5には、ステータ部4.0に発生する曲げ振動の共振の様子を示されている。

【0052】図6から明らかのように、前記交流電圧の周波数を、ステータ部4.0に発生する曲げ振動の共振周波数、例えば1次共振周波数、2次共振周波数、3次共振周波数などに設定することにより、ステータ部4.0の両端面7.0 A、7.0 Bに、曲げ振動が最大となる振動の振幅を位置させることができる。これにより、ステータ部4.0の両端面7.0 A、7.0 Bに発生する振り振動を最大値とすることができる。これにより回転出力効率を向上させることができる。

【0053】なお、前記共振周波数は、何次の共振周波数を用いてもよい。

【0054】図6には、前記交流電圧の周波数を1次共振周波数、2次共振周波数、3次共振周波数に設定した場合におけるステータ部4.0の共振モータが示されている。

【0055】このとき、ステータ部4.0の両端面7.0 A、7.0 Bには、共振周波数を奇数モードに設定した場合に同方向の振り振動が現れ、共振周波数を偶数モードに設定した場合には逆方向の振り振動が発生することとなる。

【0056】このにおいて、これら各モータにおける曲げ振動の共振周波数は、簡略式(1)によって求めることができる。

【0057】

$$f = \lambda/2 \cdot R / (2 \cdot \pi \cdot L^2) \cdot 1 \quad (E/\rho) \cdot 1/2$$

λ：定数（1次共振の時4.73、2次共振の時7.853、3次共振の時10.996）
R：0.25×D
Dはステータ部4.0の外径
L：ステータ部4.0の全長
(E/ρ) 1/2：音速
(Eはヤング率、ρは密度)

したがって、例えばD、Lが次のような値で、金属プロック体5.8、6.0、6.2がアルミニウムの振動モータを考えると、

$$D = 3.5 \times 10^{-3} \text{ [m]}$$

$$L = 6.0 \times 10^{-3} \text{ [m]}$$

$$(E/\rho) \cdot 1/2 \text{ は約 } 5.8 \times 10^3 \text{ [m/s]} \text{ となる。}$$

【0058】したがって、この振動モータでは、ステータ部4.0の1次共振周波数の値は、約5.0 kHzとなる。

【0059】ところで、本実施例の振動モータにおいて、圧電素子4.6、4.8に設けられた電極板5.4、5.6は、7.8の引き出し線7.8、7.9に負荷インピーダンス100が接続される。圧電素子4.2、4.4によって発生した振動が圧電素子4.6、4.8に達するときに、これらの圧電素子4.6、4.8は、この振動による歪みで生じた電圧を発生し、この電圧が電極板5.4、5.6を介して引き出し線7.8、7.9に現れる。引き出し線7.8、7.9に接続された負荷インピーダンス100は、圧電素子4.6、4.8により発生した電圧エネルギーを消費し、あるいは一時蓄える役割をなしている。従って、この負荷インピーダンス100の特性値を変えることにより、音価的にステータ部4.0の全長が変化することになり、図5に示した1次、2次及び3次の共振周波数が変化する。

【0060】負荷インピーダンス100としては、図7(A)に示す抵抗器、図7(B)に示すインダクタ、図7(C)に示すキャパシタが代表的なものである。例えば、負荷インピーダンス100として抵抗器を用いた場合、抵抗値の異なる抵抗器に交換し、あるいは可変抵抗器を操作して抵抗値を変えることにより、共振周波数を変えることができる。同様に、キャパシタ、インダクタを用いた場合も、特性値の異なるキャパシタ等に変換し、あるいは可変型のキャパシタ等を用いることにより、共振周波数を変えることができる。また、抵抗器、インダクタ、キャパシタを適宜組み合わせて負荷インピーダンス100を構成してもよい。

【0061】図8には、負荷インピーダンス100の特性値と共振周波数の関係を測定した結果グラフが示されている。図9(A)は負荷インピーダンス100として抵抗器を用いた場合の抵抗値と共振周波数の関係を示すグラフ、図9(B)はインダクタを用いた場合のインダクタンスと共振周波数の関係を示すグラフ、図9(C)はキャパシタを用いた場合のキャパシタンスと共振周波数の関係をそれぞれ示している。

【0062】これらの実験データから明らかのように、負荷インピーダンス100として抵抗、インダクタ、キャパシタのいずれを用いても共振周波数fを連続的に変化させることができるので、任意の共振周波数を持つ振動モータを実現することが可能になる。従って、振動モータの組み立てが終了した後に、製品毎にばらつきのある共振周波数を調整することや、周波数の異なる電源に同一の振動モータを接続することが容易に行えるようになる。

【0063】図9には、前記振動モータの動作を制御する制御回路8.0の具体的な構成が示されている。

【0064】この制御回路8.0は、A相、B相、C相の3相交流電圧を出力する電源回路9.0と、この3相交流電圧を増幅し分測電極板5.0 U、5.0 V、5.0 Wに印加するアンプ9.2を含む。

【0065】また、この制御回路8.0は、ON/OFFスイッチ8.2、共振モード入力部8.4、回転方向入力部8.6、回転速度入力部8.8を含む。

【0066】前記ON/OFFスイッチ8.2は、電源回

路9.0、アンプ9.2をオン・オフ制御するものである。

【0067】前記共振モード入力部8.4は、ステータ部4.0の共振モードを選択決定するものであり、その出力信号は電源回路9.0に入力される。そして、電源回路9.0は、この入力信号に基づき、3相交流出力電圧の周波数を、設定された共振モードの共振周波数に切り替え制御し、これにより例えばステータ部4.0の振り振動を1次共振、2次共振、あるいはそれ以上の次数の共振モードに設定することができる。

【0068】前記回転方向入力部8.6は、ローテータ部3.0の回転方向を選択決定するものであり、その出力信号は電源回路9.0に入力される。電源回路9.0は、5.0 Wに印加する3相交流電圧の相順を切り替え、ローテータ部3.0の回転方向を決定することができる。

【0069】また、前記回転速度入力部8.8は、アンプ9.2の増幅率を制御することにより、ローテータ部6.0の回転速度を決定することができる。

【0070】したがって、負荷インピーダンス100の値を設定するとともに、(電源回路9.0から出力する3相交流電圧の周波数が、電圧あるいは周波数に設定するだけなく、振動モータの使用環境が異なるように設定するだけでよい)、前記入力部8.4、8.6、8.8を用いてステータ部4.0の共振モード、ローテータ部3.0の回転方向、回転速度の設定を行った後に、ON/OFFスイッチ8.2をオンすると、電源回路9.0が設定に応じた相順および周波数の高周波交流電圧を出力する。これを、アンプ9.2で増幅して引き出し線7.4 U、7.4 V、7.4 Wに印加することにより、圧電素子4.2、4.4に前述した3相交流電圧を印加し、ローテータ部3.0を回転駆動することができる。

【0071】このとき、圧電素子4.2、4.4に印加される3相交流電圧は、共振モード切り替え操作部8.4にて設定された共振モードに対応した共振周波数に制御されているため、入力電圧を効率よく回転出力に変換し、ローテータ部3.0を回転駆動することができる。

【0072】さらに、本実施例の振動モータによれば、回転方向入力部8.6により、各引き出し線7.4 U、7.4 V、7.4 Wに印加する3相交流電圧の相順を切り替えることで、ローテータ部3.0の回転方向を選択的に決定することができる。

【0073】さらに、本実施例の振動モータでは、回転速度入力部8.8を用いて交流電圧の電圧値を制御することにより、ローテータ部3.0の回転速度を任意の値に制御することができる。

【0074】さらに、本実施例の振動モータでは、従来のランダムな増減振動モータのように、振り振動の発生に振り振動を必要としない。したがって、圧電素子4.2、4.4、4.6、4.8、第1～第4の電極板5.0、5.2、5.4、5.6および第1～第3の金属プロック体5.8、5.9、6.0、6.2は、

8. 6. 0. 6. 2を、それぞれ結合ボルト6.4で締付けることによって、各構成部材の連結固定を行い、ステータ部4.0を構成することになり、前記構成部材の接合面に接着剤を塗布することになり、したがって、接着剤を用いた場合のような、共振周波数のモータごとのばらつきや、0.0の値をばらばらにすることができ、これにより超音波モータの性能および信頼性を向上とさせることができる。

【0075】また、本実施例では、振り振動の発生に曲げ振動という1種類の振動を使用するのみであり、従来の超音波モータのように、縦振動と振り振動という2種類の振動を必要としない。したがって、ステータ部4.0の設計、特に金属フロッグ作5.8. 6.0. 6.2等の設計の自由度がひびき、モータの小型化を図ることが可能となる。

【0076】さらに、本実施例では、共振周波数可変用の共振素子4.6. 4.8を用い、これに接続する負荷インピーダンス1.0.0の値を変え、これにより、共振周波数を、共振周波数に決定することが可能である。従って、上述した設計の自由度を、増強することができる。また、追加する交流電流の周波数に共振モータの共振周波数を合わせることで、ロータ接合面7.0に現れる振り振動を最大にするので、特に交流電流源の周波数が可変である場合や周波数が異なる電源が複数ある場合には有効である。

【0077】なお、本発明は前記実施例に限定されるものでなく、本発明の要旨の範囲内で各種の変形実施が可能である。

【0078】例えば、本実施例では、第1の電極板5.0を3分割した場合を例にとり説明したが、本発明はこれに限らず、第1の電極板5.0を3以上の任意の数の分割電極板に分割形成してもよい。

【0079】図10には、このような分割電極板の変形例が示されている。

【0080】図10(A)は、前記実施例と同様に、第1の電極板5.0を3分割した場合の具体例である。

【0081】図10(B)は、第1の電極板5.0を4分割し、制御回路8.0からの9.0°位相の異なる4相の交流電圧を印加する場合の具体例である。

【0082】図10(C). (D). (E)は、第1の電極板5.0を6分割した場合の具体例である。このように、図10(C). (D)は、6分割された各分割電極板に、3相の交流電圧を印加する方法の具体例である。また、図10(E)は、6分割された各分割電極板に、6相の交流電圧を印加する場合の具体例である。

【0083】また、図11には、第1の電極板5.0を、9分割した場合の具体例が示されている。

【0084】ここにおいて、図10(A). (B).

(C)は、それぞれ異なる接続方法で各分割電極板に3相の交流電圧を印加する場合の具体例である。

【0085】また、図10(D)は、9個の分割電極板に、9相の交流電圧を印加する場合の具体例である。

【0086】このように、本発明の共振モータでは、第1の電極板5.0を3以上の分割電極板に分割し、これら各分割電極板に3相以上の交流電圧を印加することにより、ロータ部3.0を共振駆動することができる。

【0087】また、前記実施例では、ステータ部4.0の端面7.0Aにのみロータ部3.0を設ける場合を例にとり説明したが、本発明はこれに限らず、ステータ部4.0の端面7.0A. 7.0Bにロータ部を設けるようにしてもよい。これにより、実施例の共振モータから、2つの回転出力を同時に取り出すことができ、しかも図6に示す共振モータから明らかのように、共振モードを偶数モードに設定することにより、両ロータ部の回転方向を同方向とし、共振モードを奇数モードに設定することにより、両ロータ部の回転方向を逆方向に設定することができる。

【0088】また、前記実施例によれば、フロッグ作5.8. 6.2の連結固定に結合ボルト6.4を用いた場合を例にとり説明したが、本発明では従来のランジャン型超音波モータのように、振り振動を必要としないため、結合ボルト6.4以外の結合部材を用いてフロッグ作5.8. 6.2を連結固定するようにしてもよい。例えば、ロッドを用いて連結し、その両端をかしめるようにしてもよい。

【0089】また、前記実施例によれば、第1の圧電素子4.2. 4.4. 第2の圧電素子4.6. 4.8をそれぞれ1組ずつつけた場合を例にとり説明したが、必要に応じてこれら第1の圧電素子を複数設けてもよく、第2の圧電素子を複数設けてもよい。この場合には、第2のフロッグ作が複数のフロッグ作で構成されることになる。

【0090】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、振力向への回転が可能であり、しかも構造が簡単で、回転出力を効率的に発生させる共振モータを提供することができる。

【0091】特に、本発明によれば、第1の圧電素子の各電圧印加部は、曲げ振動の共振周波数を持つ3相以上の交流電圧を印加するように形成したため、発生する曲げ振動の周波数がステータ部のロータ接合面と一致することになり、少ない消費電力で大きな回転出力を効率的に得ることができる。

【0092】これに加えて、本発明によれば、第2の圧電素子に接続する負荷インピーダンスの値を、変えることにより、曲げ振動の共振周波数を変え、共振周波数を調整することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る共振モータの主要な第1実施例の全体説明図である。

【図2】図1に示す共振モータのステータ部を示す概略図である。

【図3】図2に示すステータ部の分割詳細図である。

【図4】実施例の共振モータに印加する3相交流電圧の説明図である。

【図5】ステータ部には発生する共振曲げ振動の説明図である。

【図6】ステータ部の共振素子を示す概念図である。

【図7】ステータ部に接続する負荷インピーダンスの説明図である。

【図8】負荷インピーダンスの値と共振周波数の関係を説明図である。

【図9】図1に示す共振モータに用いられる制御回路のブロック図である。

【図10】本発明に用いられる分割電極板の他の実施例の説明図である。

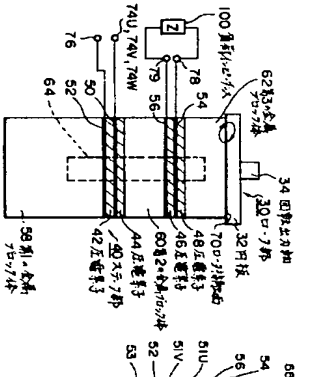
【図11】本実施例に用いられる分割電極板の他の実施例の説明図である。

【図12】従来のボルト締めランジャン型超音波モータの説明図である。

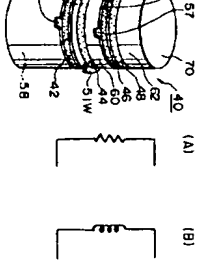
【符号の説明】

- 3.0 ロータ部
- 4.0 ステータ部
- 4.2. 4.4. 4.6. 4.8 圧電素子
- 5.0 第1の電極板
- 5.0 U. 5.0 V. 5.0 W 分割電極板
- 5.2 第2の電極板
- 5.4 第3の電極板
- 5.6 第4の電極板
- 5.8 第1の金属フロッグ作
- 6.0 第2の金属フロッグ作
- 6.2 第3の金属フロッグ作
- 6.4 結合ボルト
- 7.0 ロータ接合面
- 8.0 制御回路
- 1.0.0 負荷インピーダンス
- A5011901

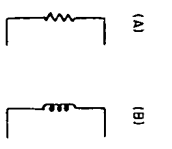
【図1】



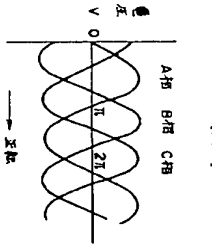
【図2】



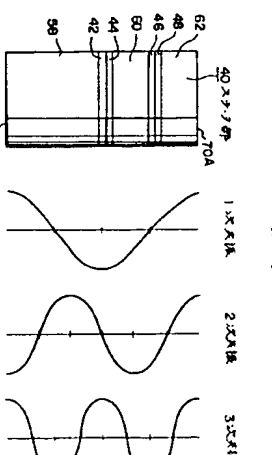
【図7】



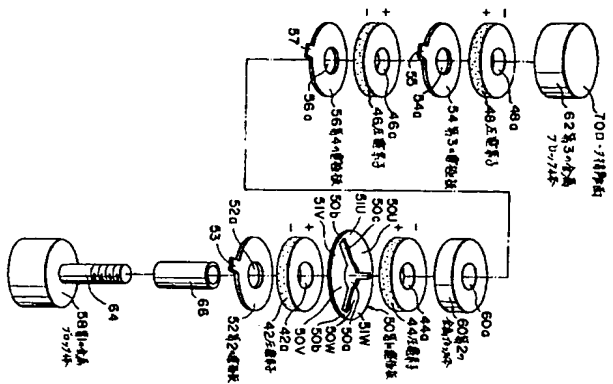
【図4】



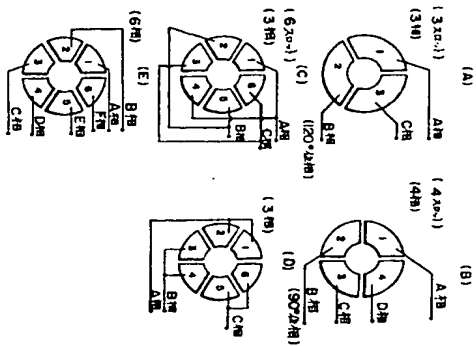
【図5】



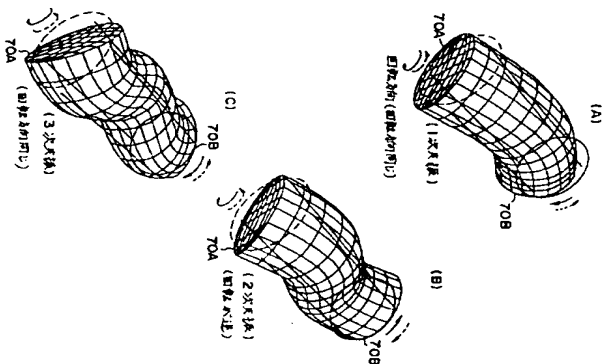
【図3】



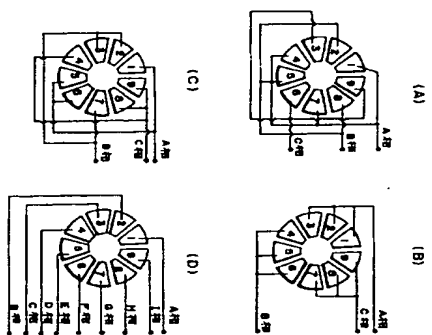
【図10】



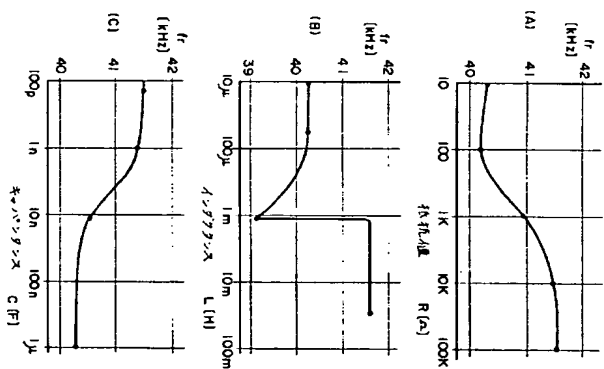
【図6】



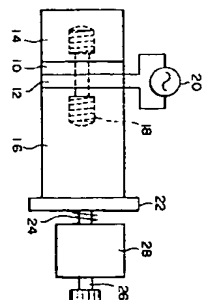
【図11】



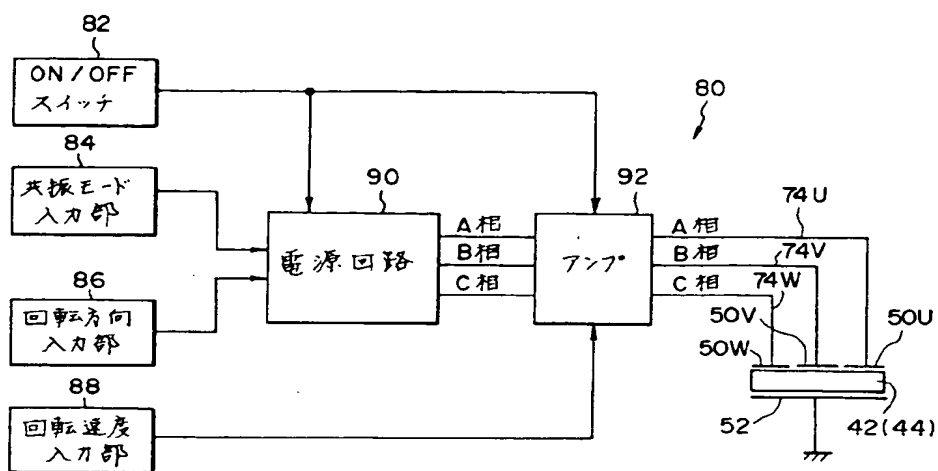
【図8】



【図12】



[図9]



フロントページの続き

(72) 発明者 竹村 芳孝
静岡県浜西市梅田390番地 アスモ株式会社内